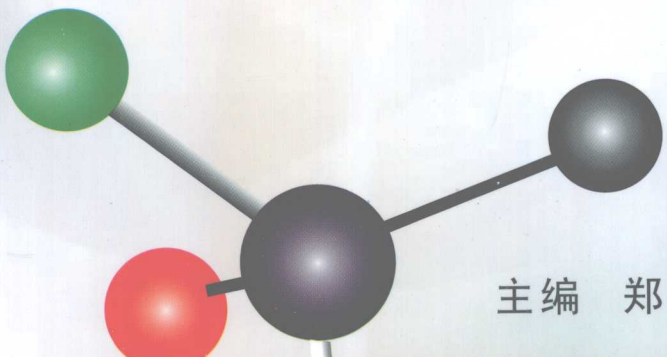
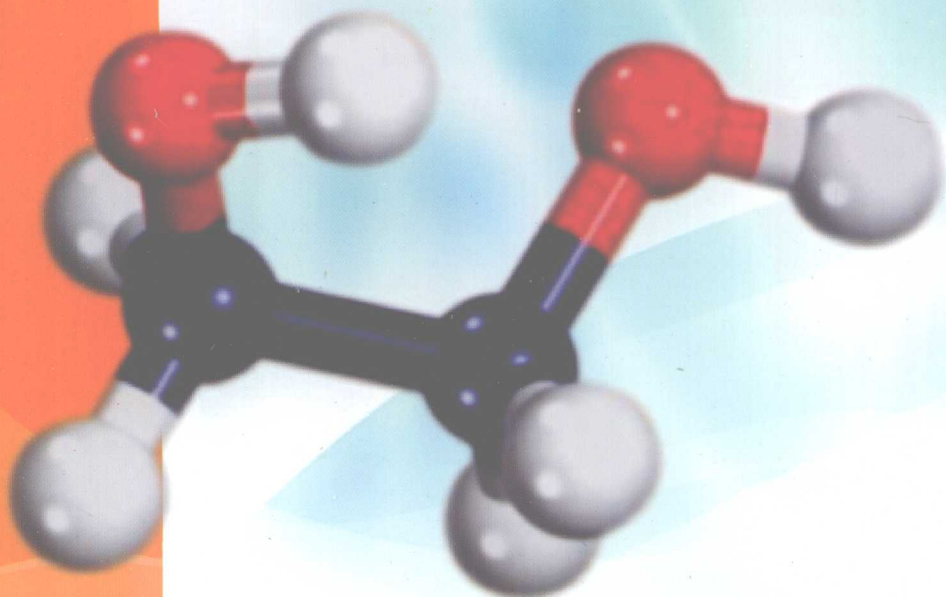




主编 郑 君

有机化学

高职高专化学教材



哈尔滨地图出版社

有机化学

YOUJI HUAXUE

郑 君 主编

江苏工业学院图书馆
藏书章

哈尔滨地图出版社

• 哈尔滨 •

图书在版编目 (CIP) 数据

有机化学/郑君主编. —哈尔滨: 哈尔滨地图出版社,
2008. 3

ISBN 978-7-80717-850-7

I. 有… II. 郑… III. 有机化学—高等学校—教材
IV. 062

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 040351 号

哈尔滨地图出版社出版发行

(地址: 哈尔滨市南岗区测绘路 2 号 邮政编码: 150086)

哈尔滨翰翔印务有限公司印刷

开本: 880 mm×1230 mm 1/32 印张: 7.375 字数: 220 千字

2008 年 3 月第 1 版 2008 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-80717-850-7

印数: 1~1 000 定价: 28.00 元

前 言

本书内容的编写紧紧围绕培养符合食品、药学、材料工程等岗位需求的高等职业教育应用型人才的目标,充分考虑了高等职业教育的特点,按“需用为准、够用为度、实用为先”的原则安排教学内容,以体现高等职业教育的特色,以适应我国高等职业技术教育改革和发展的需要。

本书按官能团类别,讲授各类化合物的结构特征以及结构和性质的关系。对与专业关系密切的杂环化合物、糖类和甾体化合物等,本书也作了介绍,为学生学习食品学、药物化学、天然药物化学、材料学等后续课程打下坚实的基础。对于理论性较强的复杂的有机化学反应机理,以帮助学生理解和记忆为原则进行了适当的删减。为了充分调动学生学习的积极性,激发学生的学习兴趣,本书设计了“相关链接”、“化学与药学”等栏目,使学生能充分认识到本课程与专业课程之间的密切联系以及与实际生活的密切联系,拓宽学生的知识面。本书还设计了“拓展提高”栏目,以帮助学生理解一些较难的知识。为了培养学生分析问题、解决问题的能力,本书在正文中还穿插了“课堂活动”栏目,设计了一些能启发学生思考的问题,使学生通过讨论、练习加深对知识的理解和掌握。

本书由黑龙江林业职业技术学院郑君主编并统稿。

鉴于编者学术水平有限,加之编写时间仓促,难免有不当或谬误之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2008 年 3 月

目 录

第一章 绪言	(1)
第一节 基本概念	(1)
第二节 学习建议	(4)
第二章 链烃	(6)
第一节 烷烃	(7)
第二节 烯烃	(16)
第三节 炔烃	(23)
同步测试	(27)
实训项目(一) 熔点的测定	(29)
第三章 芳香烃	(32)
第一节 芳香烃的分类与命名	(32)
第二节 芳香烃的分子结构	(34)
第三节 单环芳香烃的性质	(35)
第四节 苯环上取代基的定位规律	(40)
第五节 稠环芳香烃	(43)
同步测试	(44)
第四章 卤代烃	(47)
第一节 卤代烃的分类和命名	(47)
第二节 卤代烃的性质	(50)
第三节 不同卤代烯烃中卤原子的活性比较	(53)
同步测试	(54)
实训项目(二) 蒸馏和沸点的测定(常量法)	(56)
第五章 醇、酚、醚	(59)

第一节 醇	(59)
第二节 酚	(72)
第三节 醚	(77)
同步测试	(82)
实训项目(三) 醇和酚的化学性质	(84)
第六章 醛、酮、醌	(87)
(1) 第一节 醛、酮	(87)
(1) 第二节 醌	(95)
(1) 同步测试	(97)
(1) 实训项目(四) 醛和酮的化学性质	(99)
第七章 羧酸及取代酸	(102)
(1) 第一节 羧酸	(102)
(1) 第二节 取代酸	(112)
(1) 同步测试	(121)
(1) 实训项目(五) 水蒸气蒸馏	(123)
第八章 含氮化合物	(127)
(1) 第一节 硝基化合物	(127)
(1) 第二节 胺	(129)
(1) 第三节 重氮和偶氮化合物	(143)
(1) 同步测试	(147)
(1) 实训项目(六) 乙酰水杨酸的制备	(149)
第九章 杂环化合物	(151)
(1) 第一节 杂环化合物的分类和命名	(151)
(1) 第二节 杂环化合物的性质	(156)
(1) 同步测试	(162)
第十章 旋光异构	(163)
(1) 第一节 物质的旋光性	(163)
(1) 第二节 手性分子及其旋光异构	(166)

同步测试	(170)
第十一章 糖类	(173)
第一节 单糖	(173)
第二节 双糖	(184)
第三节 多糖	(186)
同步测试	(189)
实训项目(七) 糖的化学性质	(191)
第十二章 氨基酸和蛋白质	(194)
第一节 氨基酸	(194)
第二节 蛋白质	(202)
同步测试	(208)
实训项目(八) 糖类、蛋白质的性质实验	(209)
第十三章 萜类和甾体化合物	(213)
第一节 萜类化合物	(213)
第二节 甾体化合物	(218)
同步测试	(224)
实训项目(九) 乙酸乙酯的合成技术	(226)

第一章 绪 言

第一节 基 本 概 念

一、有机化合物和有机化学

有机化合物简称有机物,它与人们的生活密切相关,例如,多数食物、药物、塑料、橡胶、汽油、柴油等都是有机化合物。

根据对有机化合物的研究,有机化合物都含有碳元素,绝大多数还含有氢元素,有的还含有氧、氮、硫、磷等元素。所以人们把有机化合物定义为“含碳元素的化合物”,也可以定义为“碳氢化合物及其衍生物”。一些具有无机化合物性质的含碳化合物,如一氧化碳、二氧化碳、碳酸和碳酸盐等,则不列入有机化合物,不在有机化学中讨论。

研究有机化合物的化学叫做有机化学,它是化学的一个重要分支,是研究有机化合物的结构、理化性质、合成方法、应用以及它们之间的相互转变和内在联系的科学。

因为能防病、治病的药物大多数是有机化合物,所以对于药学工作者来说,掌握有机化学的基本知识、基本理论和基本操作技能,无论对从事药物合成、提取、分析、制剂、贮存工作,还是有效、合理地使用化学药物,无疑都具有重要的意义,因此有机化学是药学专业的重要基础课。

二、有机化合物的结构式

(一)定义

用来表示组成有机化合物分子的原子种类和数目,以及分子内各

原子的连接顺序和连接方式的式子称为结构式,又称为构造式。

(二)表示方法

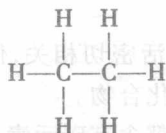
将原子与原子用短线相连代表共价键,一条短线代表一个共价键。当原子与原子之间以双键或三键相连时,则用两条或三条短线相连。

例如:

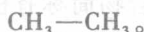


结构式比较完整地表示了有机化合物的分子组成。在结构式的基础上,省略碳原子或其他原子与氢原子之间的短线,即得到结构简式。

例如:

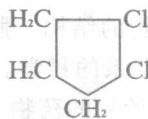


可简写成



结构简式也能反映出有机化合物的分子组成、原子间的连接顺序和连接方式,而且较结构式简单,所以常采用结构简式表示有机化合物的分子结构。

书写具有较长碳链或环状结构的有机化合物时,也常用键线式。键线式只能表示碳的骨架。例如:



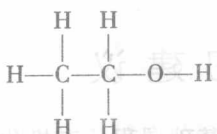
戊烷



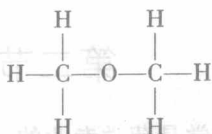
环戊烷

三、同分异构现象

有机化合物中的许多物质具有相同的分子组成,但又有不同的结构,因而具有不同的性质,所以说结构决定性质。例如,乙醇和甲醚具有相同的分子式 $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$,但它们具有不同的结构:



乙醇



甲醚

它们的性质也不同,乙醇常温下是液体,能与金属钠反应;甲醚在常温下是气体,不与金属钠反应。这种分子组成相同而结构不同的化合物,互称为同分异构体,这种现象称为同分异构现象。同分异构现象在有机化合物中普遍存在,这也是有机化合物数目繁多的主要原因之一。

四、有机化合物的分类

有机化合物种类和数目众多,为了便于学习和研究,必须进行系统的分类。一般有两种分类方法。

(一)按碳链分类

有机化合物可以按碳链结合的方式不同分为开链化合物、环状化合物和杂环化合物。

根据碳环化合物环中碳原子间的成键方式不同,又可分为脂环族化合物和芳香族化合物。

(二)按官能团分类

绝大多数有机化合物分子中均含有容易发生某些特征反应的原子、基团以及特征的化学结构。如乙醇中的 $-\text{OH}$ (羟基)、醋酸中的 $-\text{COOH}$ (羧基)、乙烯中的双键。这些原子、基团以及特征的化学结构决定了化合物的性质。像这种能决定一类有机化合物的化学特性的原子或基团,称为官能团。含有相同官能团的有机物往往具有相似的化学性质,所以按官能团分类方便了有机化合物的研究和学习。

按分子中所含官能团的不同,可以将有机化合物分为若干类,例如,烯烃、炔烃、卤代烃、醇、酚、醚、醛、酮、羧酸等,本书以后各章将主要按官能团的分类对各类化合物进行讨论。

第二节 学习建议

有机化学是药学专业的一门重要的基础课程。有机化合物所具有的结构特点,使其在性质上和无机化合物有很大的差异。在学习本课程时,应注意以下几点。

一、注重“主要知识点”的学习,争取做到“举一反三”

在学习各种有机化合物时,往往是选择一种具有一定代表性的有机化合物为典型物质,着重分析它的结构、性质以及结构与性质的关系等,要求能够在此基础上进行分析、推导这一类有机化合物的共性。这样不仅可以加深对所学知识的理解和记忆,还能运用已学知识学会新的知识,进一步培养思维能力和自学能力。

二、注重运用对比的方法,紧紧抓住官能团的特性

在学习有机化学时,运用对比的方法来学习是非常重要的,因为不同的官能团在结构上是有差异的,通过比较分析它们的结构特征,引出它们各自的化学性质,这样就可以从本质上理解各类有机化合物的特性,做到“不仅知其然,还知其所以然”。

三、探索规律

在学习有机化学时,要分析有机化合物分子的共性和个性之间的关系,要善于探索、归纳,因为有机化学的知识是有规律可循的。这样可以引起学习者对所学知识的主动思考或探究,可以训练思维、培养探究精神。

四、注重知识间的相互衔接与联系

在学习有机化学时,要注意章与章之间、节与节之间知识的衔接与

联系,注意知识的内在联系,要能够对前面所学知识进行综合运用、有机整合。

五、注重有机化学实训

有机化学实训是有机化学教学的重要组成部分,通过实训可以理解和巩固课堂讲授的基本理论知识,掌握有机化学实训的基本操作技能,使观察、分析、解决问题的能力得到提高,并能培养理论联系实际、严谨求实的科学态度,所以一定要重视有机化学实训项目的训练。

第二章 链 烃

〔知识目标〕

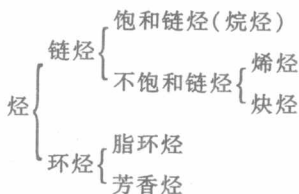
- 了解链烃的分类和各类链烃的分子结构特征。
- 理解同系物的概念和同分异构现象。
- 掌握各类链烃的命名和化学性质。

〔技能目标〕

- 能够根据反应的特点和产物的结构特征,推测有机物的结构。
- 学会常见饱和烃与不饱和烃的鉴别方法。

在有机化合物中,仅由碳和氢两种元素组成的有机物称为碳氢化合物,简称烃。根据烃分子中碳架的不同,可把烃分为链烃和环烃两大类。链烃又可分为饱和链烃和不饱和链烃,见表 2-1。烃是有机物中最简单的一类,可以看做是有机物的母体。

表 2-1 烃的分类



第一节 烷 烃

一、烷烃的分子结构

(一) 烷烃的结构通式、同系物

分子中的碳原子之间都是以单键结合成链状,其余的价键都被氢原子所饱和的链烃,叫做饱和链烃,又称烷烃。例如:



从上述结构式可以看出,从甲烷开始,每增加一个碳原子的同时就增加两个氢原子。也就是说,在烷烃的分子组成中,碳原子和氢原子在数目上有一定的关系,如果把碳原子数定为 n ,氢原子数必然等于 $2n + 2$,因此,烷烃的通式是 $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ 。在相邻的两个烷烃分子之间,总是相差一个“ $-\text{CH}_2-$ ”原子团。通常,把结构相似、在组成上相差一个或若干个“ $-\text{CH}_2-$ ”原子团的一系列化合物称为同系列,同系列中的化合物互称为同系物。

(二) 同分异构现象

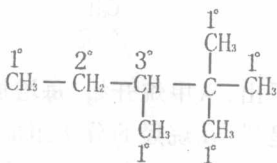
在研究物质的分子组成和性质时,人们发现有很多物质的分子组成相同,但性质却有明显差异,如分子式为 C_4H_{10} 的有机物,其结构简式有:



这种具有相同的分子式,但又具有不同结构的现象称为同分异构现象。同分异构的化合物互称为同分异构体。在烷烃中,随着碳原子数的增多,同分异构体的数目也增多,如己烷(C_6H_{14})有5种,庚烷(C_7H_{16})有9种,癸烷($C_{10}H_{22}$)有75种。烷烃的同分异构现象是由于分子中碳原子的骨架(碳链)不同引起的,故又称为碳链异构。

(三)伯、仲、叔、季碳原子和伯、仲、叔氢原子

根据直接与其相连的碳原子数目的多少,可将碳原子划分为伯、仲、叔、季碳原子。其中,只与1个碳原子直接相连的称为伯碳原子(1°);与2个碳原子直接相连的称为仲碳原子(2°);与3个碳原子直接相连的称为叔碳原子(3°);与4个碳原子直接相连的称为季碳原子(4°)。例如:分子中,分别与伯、仲、叔碳原子相连的氢原子,相应地称为伯、仲、叔氢原子。



(四) 烃基

烃分子中失去一个或几个氢原子后剩下的部分叫做烃基,用“—R”表示。烷烃分子中失去一个氢原子后剩下的原子团,就叫做烷基,用“— C_nH_{2n+1} ”表示。烷基的名称由相应的烷烃命名。例如:



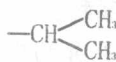
甲基



乙基



丙基



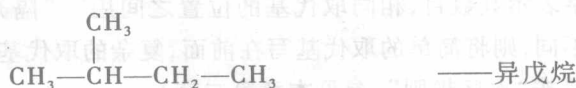
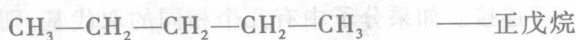
异丙基

二、烷烃的命名

(一) 普通命名法

普通命名法是根据分子中碳原子数目命名为“某烷”。分子中碳

原子数在 10 以下的,依次用甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸等天干名表示,碳原子数在 10 以上的则用汉字数字(如十一、十二等)来表示。如分子中没有支链,则在名称前冠以“正”字(通常“正”字可省略)。对于有支链的烷烃,如在链端第二个碳原子上连有一个甲基支链的,则在名称前冠以“异”字;如在链端第二个碳原子上连有两个甲基支链的,则在名称前冠以“新”字。例如:



普通命名法又称习惯命名法,这种命名法只适用于结构比较简单的烷烃。对于结构较为复杂的烷烃的命名,则需要采用系统命名法。

(二) 系统命名法(IUPAC 法)

直链烷烃的系统命名法与普通命名法相同,即根据烷烃分子中所含碳原子数目,命名为“某烷”,但不用“正”字。例如:



丙烷



己烷

对于有支链的烷烃,其系统命名法按下列步骤进行。

1. 确定主链

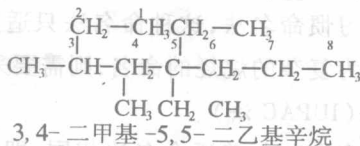
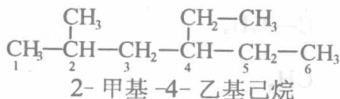
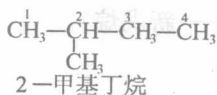
在分子中,选择含碳原子数最多的一条碳链作为主链,根据主链所含碳原子数称为“某烷”。主链以外的支链称为取代基。如果分子中有两个含相同数目碳原子的碳链时,则选择含取代基较多的为主链。

2. 编号

从靠近取代基的一端开始,用阿拉伯数字给主链上的碳原子编号。取代基的位置以它所连接的主链上碳原子的编号数来表示。如果主链的编号有两种可能时,则选取使取代基的位号之和最小的编号方法。

3. 命名

命名时,取代基的位置和名称依次写在主链名称的前面,位置与名称之间用半字线“-”连接。如果分子中有几个相同的取代基,则合并起来用2,3等数字表示其数目,相同取代基的位置之间用“,”隔开;如果分子中取代基不同,则将简单的取代基写在前面,复杂的取代基写在后面(严格来讲,是按“次序规则”,参见本章第二节)。



三、烷烃的性质

(一) 物理性质

直链烷烃的物理性质如熔点、沸点等,随着分子中碳原子数的增加,呈现规律性的变化。在常温常压下,含1~4个碳原子的直链烷烃是气体,含5~17个碳原子的直链烷烃是液体,含18个以上碳原子的直链烷烃是固体。烷烃是非极性的或仅有很弱的极性,所以难溶于水,易溶于氯仿和1,2-二氯乙烷等有机溶剂。一些烷烃的物理常数见表2-2。